

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS : Jae-Geol Cho et al.
SERIAL NO. : Not Yet Assigned
FILED : December 12, 2003
FOR : METHOD OF FABRICATING MICRO-LENS AND METHOD
OF FABRICATING OPTICAL MODULE USING THE
METHOD

PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

MAIL STOP PATENT APPLICATION
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

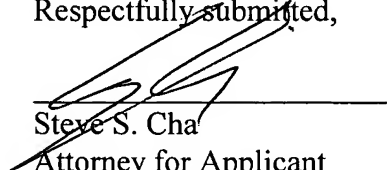
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2003-44410	July 1, 2003

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,


Steve S. Cha
Attorney for Applicant
Registration No. 44,069

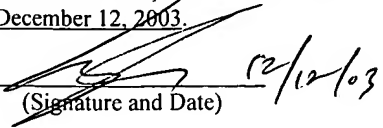
CHA & REITER
210 Route 4 East, Suite 103
Paramus, NJ 07652
(201)226-9245

Date: December 12, 2003

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on December 12, 2003.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069
Name of Registered Rep.)


(Signature and Date)



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0044410
Application Number

출원년월일 : 2003년 07월 01일
Date of Application JUL 01, 2003

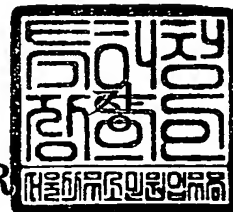
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 09 월 19 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.07.01
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	마이크로렌즈 제작방법 및 이를 이용한 광모듈 제작방법
【발명의 영문명칭】	METHOD FOR FABRICATING MICROLENS AND METHOD FOR FABRICATING OPTICAL MODULE USING THE SAME
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조재걸
【성명의 영문표기】	CHO, Jae Geol
【주민등록번호】	691115-1041819
【우편번호】	442-726
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골9단지 아파트 912동 1104호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정선태
【성명의 영문표기】	JUNG, Sun Tae
【주민등록번호】	650701-1067523
【우편번호】	431-080
【주소】	경기도 안양시 동안구 호계동 1115, 샘마을임광아파트 303-601
【국적】	KR
【심사청구】	청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이견주 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	6 면	6,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	11 항	461,000 원
【합계】	496,000 원	

【요약서】**【요약】**

본 발명은 마이크로 렌즈의 제작방법 및 이를 이용한 마이크로 렌즈가 집적된 광모듈 제작방법에 관한 것이다.

본 발명의 마이크로렌즈 제작방법은 기판 위에 마이크로_렌즈 구성물질로 된 박막을 형성하는 단계와; 상기 박막 위에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계와; 상기 포토레지스트 패턴을 이용한 식각 공정을 통해 박막 구조물을 형성하는 단계와; 상기 박막 구조물을 열처리하여 리플로우에 의해 마이크로 렌즈를 형성하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

【대표도】

도 5

【색인어】

마이크로 렌즈, 광결합 효율, 전사, 리플로우, 표면장력

【명세서】**【발명의 명칭】**

마이크로렌즈 제작방법 및 이를 이용한 광모듈 제작방법 {METHOD FOR FABRICATING MICROLENS AND METHOD FOR FABRICATING OPTICAL MODULE USING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 포토레지스트 리플로우 방법에 의한 마이크로 렌즈 제작과정을 나타낸 도면,

도 2는 종래 포토레지스트 리플로우 방법에 의해 제작된 마이크로렌즈 어레이의 고배율 현미경 사진,

도 3은 종래 구형 렌즈를 이용한 레이저 다이오드와 평면 광도파로의 광결합 방법을 설명하기 위한 도면,

도 4는 종래 레이저 다이오드와 평면 광도파로의 직접 광결합 방법을 설명하기 위한 도면,

도 5는 본 발명의 바람직한 실시_예에 따른 마이크로렌즈 제작과정을 나타낸 도면,

도 6은 박막 구조물 사이의 거리에 따른 다양한 형태의 렌즈 제작 결과를 나타낸 도면,

도 7은 본 발명에 따라 단위 기판에 다수의 반구형 렌즈 어레이를 제작한 예를 나타낸 도면,

도 8은 본 발명에 따라 단위 기판에 다수의 구형 렌즈 어레이를 제작한 예를 나타낸 도면,

도 9는 본 발명에 의해 제작된 구형 마이크로렌즈를 이용한 레이저 다이오드와 평면 광도파로(PLC)의 광결합 방법을 나타낸 도면,

도 10은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른, 구형 렌즈와 평면 광도파로(PLC)가 집적된 형태의 광모듈을 제작하기 위한 공정과정을 개략적으로 나타낸 도면,

도 11은 도 10의 (e)의 사시도.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<12> 본 발명은 마이크로 렌즈에 관한 것으로, 특히 마이크로 렌즈의 제작방법 및 이를 이용한 마이크로 렌즈가 집적된 광모듈 제작방법에 관한 것이다.

<13> 일반적으로 마이크로 렌즈는 광섬유, 평면 광도파로(Planar Lightwave Circuit; PLC), 레이저 다이오드(LD) 및 포토다이오드(PD) 등의 광소자들 사이의 접속을 포함한 기타 광통신 및 광센서, 광전자 제품에서 널리 사용되고 있다.

<14> 한편, 광소자들 사이의 접속에 있어서 높은 광결합 효율을 얻기 위하여 여러 가지 방법이 시도되어 왔다.

<15> 수백 마이크로미터(μm)에서 수 밀리미터(mm) 크기의 구형 렌즈, GRIN(Graded Index) 렌즈, 1개 또는 2개로 구성된 비구면 렌즈의 조합을 이용하여 광소자를 조립하는 방식과 결합하고자 하는 광섬유의 끝부분을 반구면의 렌즈 형태로 제작하여 수광효율을 높이는 방법 등이 일반적인 프리-스페이스(free-space) 광학 방식에서 널리 사용되었으며 최근 집적 광학 소자의

발전에 따라 Si, InP, SiO₂ 등의 기판에 수직한 방향으로의 집광이 가능한 수백 마이크로미터 이하의 직경을 갖는 마이크로 렌즈 및 렌즈 어레이를 형성하는 방식도 사용되고 있다.

- <16> 현재 2차원 기판상에서 기판의 수직방향으로 집광이 가능한 마이크로 렌즈 어레이는 CCD(Charge Coupled Device) 이미지 센서(Image Sensor), FPA(Focal Plane Array) 등에 널리 사용되고 있으며 특히 안구의 수차 등을 측정하기 위한 Hartmann-Shack Wavefront Sensor 등에 응용되고 있다. 이와 같은 마이크로 렌즈 및 렌즈 어레이를 제작하기 위한 종래 기술로는 포토 레지스트(PR) 리플로우(reflow) 방법이 대표적이다.
- <17> 도 1은 종래의 포토레지스트 리플로우 방법에 의한 마이크로 렌즈 제작과정을 나타낸 도면이고, 도 2는 이에 의해 제작된 마이크로렌즈 어레이의 확대 현미경 사진이다.
- <18> 먼저, 도 1의 (a)에서 실리콘, 석영(quartz), InP, GaP 등의 기판(11)에 두꺼운 포토레지스트 패턴(12)을 형성한 다음, 도 1의 (b)에서와 같이 고온에서 리플로우시켜 표면장력(surface tension)에 의해 포토레지스트의 형태를 볼록 렌즈 형태(13)로 변형시킨다.
- <19> 도 1의 (c)에서 상기 볼록 렌즈 형태의 포토레지스트 패턴(13)을 이용한 식각공정, 예를 들면, 반응성 이온 식각(Reactive Ion Etching; RIE)을 통해 상기 볼록 렌즈 형태의 포토레지스트 패턴(13)의 형태를 기판에 전사(transfer)시켜 도 1의 (d)에 도시된 바와 같은 렌즈(14)를 형성한다.
- <20> 그러나, 상기 종래 방법은 포토레지스트(PR)가 온도와 습도에 매우 민감하기 때문에 재현성이 낮은 단점을 가지고 있으며, 또한 상기 종래방법으로 제작할 수 있는 렌즈의 두께도 한계를 가지고 있다. 따라서, 상기 종래 기술에 의해 제작되는 마이크로 렌즈는 레이저 다이오드

와 광섬유 또는 레이저 다이오드와 평면 광도파로의 광결합과 같이 광학소자를 집적하는 기판에 대해 수평 방향으로의 집광이 필요한 경우에는 적용할 수 없는 문제점이 있다.

<21> 이러한 문제점을 해결하기 위한 종래 다른 기술로 도 3에 나타낸 바와 같이 무반사 코팅된 수백 마이크로미터에서 수 밀리미터 크기의 비구형 또는 구형 렌즈(31)를 레이저 다이오드(32)와 광섬유 또는 평면 광도파로(33) 사이에 삽입하여 조립하는 방법이 있다.

<22> 그러나, 상기 종래 기술에서 구형 렌즈를 사용할 경우, 레이저 다이오드와 구형 렌즈 사이의 거리가 최소 수백 마이크로미터 이상의 값을 가지며, 이로 인해 레이저 다이오드에서 발광된 빛이 구형 렌즈를 통과할 때 렌즈의 중심부위를 통과하는 빛과 외곽 부위를 통과하는 빛은 구면 수차에 의해 서로 다른 지점에서 모이게 되므로 광결합 효율이 10% 정도로 상당히 낮다. 또한 이보다 광결합 효율이 높은 비구형 렌즈는 가격이 매우 높은 단점을 가지고 있다.

<23> 종래의 또 다른 기술로, 도 4에 나타낸 바와 같이 플립-칩 본딩(Flip-Chip Bonding)을 이용하여 기판(41) 위에 형성된 레이저 다이오드(42)와 광섬유 또는 평면 광도파로(43)를 수십 마이크로미터 이내에서 직접 광결합하는 방법도 있다.

<24> 그러나, 상기 종래 기술은 레이저 다이오드와 광섬유 또는 평면 광도파로의 모드 불일치(mode mismatching)로 인해 결합손실(coupling loss)이 발생하며 또한 이러한 결합 손실은 레이저 다이오드의 접합 정밀도(bonding accuracy)에 매우 민감하므로 접합 공정에서의 오차가 큰 손실을 야기하는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <25> 따라서, 본 발명의 목적은 광학소자가 집적되는 기판의 수직방향 및 수평방향으로의 집광이 가능한 마이크로렌즈 제작방법 및 이를 이용한 광모듈 제작방법을 제공함에 있다.
- <26> 본 발명의 다른 목적은 광섬유 또는 평면 광도파로와의 정렬 및 제작이 용이하며, 재현성이 높은 마이크로렌즈 제작방법 및 이를 이용한 광모듈 제작방법을 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <27> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 마이크로렌즈 제작방법은 기판 위에 마이크로렌즈 구성물질로 된 박막을 형성하는 단계와; 상기 박막 위에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계와; 상기 포토레지스트 패턴을 이용한 식각 공정을 통해 박막 구조물을 형성하는 단계와; 상기 박막 구조물을 열처리하여 리플로우에 의해 마이크로 렌즈를 형성하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.
- <28> 바람직하게는, 상기 마이크로렌즈의 형상은 상기 박막 구조물과 박막 구조물 사이의 거리에 의해 조절됨을 특징으로 한다.
- <29> 바람직하게는, 상기 마이크로렌즈의 형상은 상기 포토레지스트 패턴의 형상에 의해 조절됨을 특징으로 한다.
- <30> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 마이크로 렌즈가 집적된 광모듈 제작방법은 (a)기판 위에 하부 클래드층, 코어층을 형성하는 단계와; (b)상기 코어층, 하부 클래드층을 선택 식각하여 상기 기판 위에 평면 광도파로 패턴을 형성하는 단계와; (c)상기 기판 전면 상부 클래드층 구성 물질층을 형성하여 평면 광도파로를 완성하는 단계와; (d)상기 평면 광도

파로 영역과 예정된 렌즈 형성영역 외의 상기 상부 클래드층 구성 물질층을 선택적으로 제거하여 예정된 렌즈 형성영역의 상기 기판 위에 박막 구조물을 형성하는 단계와; (e)상기 박막 구조물을 열처리하여 리플로우에 의해 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

<31> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호 및 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

<32> 도 5는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로렌즈 제작과정을 나타낸 단면도이다.

<33> 먼저, 도 5의 (a)에서, 실리콘, 석영(Quartz) 등의 기판(51) 위에 GeO_2 , P_2O_5 , B_2O_3 등의 첨가물(dopant)이 첨가된 SiO_2 박막(52)을 FHD(Flame Hydrolysis Deposition) 또는 CVD(Chemical Vapor Deposition) 등을 이용하여 형성한다.

<34> 도 5의 (b)에서, 상기 도펀트가 첨가된 SiO_2 박막(52) 위에 일반적인 포토리소그래피(photolithography) 공정을 통해 포토레지스트 패턴(53)을 형성한다. 이때, 포토레지스트 패턴(53)의 형태는 제작하고자 하는 렌즈의 형태, 직경 및 높이 등을 고려하여 다각형 또는 원형으로 구성할 수 있다.

<35> 도 5의 (c)에서, 반응성 이온 식각(Reactive Ion Etching) 등의 식각 공정을 통해 상기 SiO_2 박막(52)의 원하는 부분만 포토레지스트 패턴(53)을 따라 다각기둥, 원기둥 등의 3차원 형태의 박막 구조물(54)을 형성한다. 상기 박막 구조물(54)이 도파로와 같이 긴 직사각형의 형

태를 가질 경우 반원 또는 원형의 단면을 갖는 원통형 렌즈를 제작할 수 있으며, 식각 패턴이 박막 두께에 비해 매우 큰 직경을 갖는 원형일 경우 초점 거리가 긴 볼록 렌즈의 제작도 가능하다. 본 실시 예는 포토레지스트 패턴이 정사각형, 즉 박막 구조물이 정사각기둥일 경우의 구형 렌즈 제작과정을 나타낸 것이며, 공정의 순서는 렌즈의 크기와 형태에 무관하게 동일하다.

<36> 도 5의 (d)에서, 상기 박막 구조물(54)을 섭씨 수백 도($^{\circ}\text{C}$) 이상의 고온에서 수 시간 동안 가열함으로써 점성 유동(viscous flow)이 형성될 수 있도록 한다. 이러한 열처리 과정에서 표면 장력의 영향으로 박막 구조물은 반경이 최소화되는, 즉 구형의 형태(55)로 변형되어 렌즈의 형태를 띠게 된다.

<37> 상기 본 발명에 의한 마이크로렌즈 제작방법은 박막 첨가물(dopant)의 종류 및 함량, 박막의 열처리 온도, 열처리 시간, 박막 구조물 사이의 거리(도 5의 (c)에 표시된 d) 등에 따라 반구형(hemispherical), 구형(spherical) 등의 다양한 형태로 제작이 가능하며 포토레지스트 패턴, 즉 식각 패턴의 모양에 따라 다양한 크기와 형태를 갖는 렌즈를 제작할 수 있다.

<38> 도 6은 공정 조건에 따른 다양한 형태의 렌즈 제작 결과를 나타낸 것으로, 높이와 폭이 각각 약 $6.5\mu\text{m}$ 의 긴 직사각형 단면을 갖는 박막 구조물을 1050°C 의 온도 하에서 12시간 정도 열처리한 결과를 나타내고 있다. 도 6의 (a), (b), (c)는 각각 도 5의 (c)에 표시된 박막 구조물 사이의 거리, 즉 d의 값에 따른 렌즈 제작 결과를 나타낸 것이다.

<39> 도 6의 (a)에 나타낸 바와 같이, 동일한 조건에서 열처리 공정을 진행할 경우에 박막 구조물 사이의 거리가 작을 경우(예를 들면 $d=1.2\mu\text{m}$) 제작된 렌즈의 형태는 반원 형태의 단면을 갖는다.

- <40> 도 6의 (b)는 d 가 $2.2\mu\text{m}$ 일 경우 제작된 렌즈의 단면을 나타내며, 거리 d 가 증가할수록 도 6의 (c)에 나타난 바와 같이($d=6.2\mu\text{m}$) 렌즈의 단면 형태는 원형에 가깝게 된다.
- <41> 박막 구조물 사이의 거리(d) 이외에 열처리 온도, 시간, 박막의 첨가물 종류 및 농도 (concentration) 등에 의해 렌즈 형태의 조절이 가능하며 또한 본 발명에 의한 제작방법은 기판 단위의 공정으로 진행되어 한 기판에 여러 개의 렌즈를 동시에 제작할 수 있으므로 용도에 따라 다수 개의 렌즈 어레이를 동시에 제작할 수 있다.
- <42> 도 7 및 도 8은 단위 기판(71, 81)에 다수의 렌즈 어레이를 제작한 예를 나타낸 것으로, 도 7은 반구형의 렌즈 어레이(72)를, 도 8은 구형의 렌즈 어레이(82)를 각각 나타낸다. 이와 같이 제작된 렌즈 어레이는 Hartmann-Shack Wavefront Sensor 등 CCD 이미지 센서 등에 유용하게 사용될 수 있다.
- <43> 도 9는 본 발명에 의해 제작된 구형 렌즈를 이용한 레이저 다이오드와 평면 광도파로 (PLC)의 광결합 방법을 나타낸 것이다.
- <44> 도 9를 참조하면, 플립-칩 본딩(Flip-Chip Bonding)을 이용하여 기판(91) 위에 탑재된 레이저 다이오드(92)와 평면 광도파로(93) 사이에 구형의 마이크로렌즈(94)가 집적된 형태이며, 직접 광결합하는 방법(도 4)과 비교하면 레이저 다이오드의 플립-칩 본딩 정확도가 동일한 경우에 더 높은 광결합 효율(coupling efficiency)을 기대할 수 있다.
- <45> 도 10은 도 9와 같이 구형 렌즈와 평면 광도파로(PLC)가 집적된 형태의 광모듈을 제작하기 위한 공정을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- <46> 도 10의 (a)에서, 일반적인 평면 광도파로(PLC) 제작공정과 같이 기판(101) 위에 하부 클래드층(under cladding, 102) 및 코어층(core, 103)을 형성한다.

- <47> 도 10의 (b)에서, 평면 광도파로 패턴을 형성하기 위한 식각 공정을 수행하여 상기 코어층(103), 하부 클래드층(102)을 선택적으로 제거한다. 이때, 본 실시 예에서는 평면 광도파로 형성 영역 외의 상기 하부 클래드층(102)을 모두 제거하여 기판(101)이 노출되도록 하였으나, 하부 클래드층(102)의 두께에 따라 평면 광도파로 형성 영역 외의 상기 기판 위에도 상기 하부 클래드층(102)이 잔류할 수도 있고 필요한 경우 노출된 기판(101)자체가 더 식각될 수도 있다. 또한 상기 기판(101)으로 석영 기판을 사용할 경우, 기판 자체가 상기 하부 클래드층(102)의 역할을 수행하므로 이 경우는 필요한 두께만큼 석영 기판의 식각이 필요하게 된다.
- <48> 기존의 평면 광도파로(PLC) 제작 공정의 경우 도파로 패턴 제작을 위한 식각 공정에서 식각 깊이, 즉 코어층 상부 표면으로부터 식각이 진행된 부분까지의 깊이는 코어층의 높이와 일치하거나 약간 더 큰 값을 갖는다. 즉, 하부 클래드층은 식각이 되지 않거나 수 μm 이내의 깊이로 약간 식각이 진행되는 것이 일반적이나 본 발명에 의한 도 10의 (b)단계에서는 마이크로렌즈(106)의 조성을 이후 형성될 상부 클래드층(104)으로만 균일하게 형성할 수 있도록 충분한 깊이의 식각이 필요하며 이때 식각 깊이는 코어층(103)의 중심 높이와 이후 형성될 마이크로렌즈(106)의 중심이 일치될 수 있도록 조절한다.
- <49> 도 10의 (c)에서, 상기 코어층(103) 및 기판(101) 위에 상부 클래드층(104)을 증착하여 평면 광도파로 구조를 형성한다.
- <50> 도 10의 (d)에서, 상기 평면 광도파로 영역과 예정된 렌즈 형성영역 외의 상기 상부 클래드층(104)을 제거하여, 상기 평면 광도파로의 앞부분에 상부 클래드층 조성으로 이루어진 박막 구조물(105)을 형성한다.

- <51> 도 10의 (e)에서, 상기 박막 구조물(105)을 열처리함으로써 리플로우에 의해 구형의 마이크로 렌즈(106)가 완성된다. 도 11은 구형의 마이크로 렌즈(106)가 완성된 도 10의 (e)의 사시도로써, 120은 발광소자 또는 수광소자가 탑재될 영역을 나타낸다.
- <52> 상기 공정 후 필요에 따라 반사로 인한 손실을 감소시키기 위해 렌즈에 무반사 코팅을 하는 공정이 추가될 수 있으며 코팅 공정은 기판 단위 또는 소자(chip) 단위의 프로세스 모두 가능하다.
- <53> 한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

【발명의 효과】

- <54> 상술한 바와 같이 본 발명에 의하면 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.
- <55> 첫째, 기존의 방법에 비해 다양한 크기 및 형태를 갖는 마이크로렌즈 및 렌즈 어레이의 효과적인 제작이 가능하며 특히 광학소자가 집적되는 기판의 수직 방향 및 수평 방향의 집광이 가능한 3차원 구형 렌즈의 제작이 가능하다.
- <56> 둘째, 렌즈 제작공정은 평면 광도파로 제작공정과 집적화되어 진행할 수 있으므로 공정의 단순화 및 집적화가 가능하며 광섬유 또는 광도파로와의 정렬이 매우 용이한 장점을 가지고 있다.

<57> 셋째, 식각된 박막 구조물의 고온 열처리 공정에서의 표면 장력에 의한 리플로우 현상을 이용하므로 제작 조건의 변화에 따른 렌즈 형태의 조절이 용이하고 재현성이 높으며 추가적인 장비와 재료의 사용이 불필요하므로 저가격화가 가능한 장점을 가지고 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기판 위에 마이크로렌즈 구성물질로 된 박막을 형성하는 단계와;

상기 박막 위에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계와;

상기 포토레지스트 패턴을 이용한 식각 공정을 통해 박막 구조물을 형성하는 단계와;

상기 박막 구조물을 열처리하여 리플로우에 의해 마이크로 렌즈를 형성하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 마이크로렌즈 제작방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 박막은

첨가물(dopant)을 포함하는 SiO_2 박막임을 특징으로 하는 마이크로렌즈 제작방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 첨가물(dopant)은

GeO_2 , P_2O_5 , B_2O_3 , TiO_2 , Al_2O_3 중 어느 하나 또는 이들의 다수 조합임을 특징으로 하는 마이크로렌즈 제작방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로렌즈의 형상은

상기 박막 구조물과 박막 구조물 사이의 거리에 의해 조절됨을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 제작방법.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로 렌즈의 형상은

상기 포토레지스트 패턴의 형상에 의해 조절됨을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 제작방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로 렌즈 표면에 무반사 코팅면을 형성하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 제작방법.

【청구항 7】

(a)기판 위에 하부 클래드층, 코어층을 형성하는 단계와;

(b) 상기 코어층, 하부 클래드층을 선택 식각하여 상기 기판 위에 평면 광도파로 패턴을 형성하는 단계와;

(c)상기 기판 전면에 상부 클래드층 구성 물질층을 형성하여 평면 광도파로를 완성하는 단계와;

(d)상기 평면 광도파로 영역과 예정된 렌즈 형성영역 외의 상기 상부 클래드층 구성 물질층을 선택적으로 제거하여 예정된 렌즈 형성영역의 상기 기판 위에 박막 구조물을 형성하는 단계와;

(e)상기 박막 구조물을 열처리하여 리플로우에 의해 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 마이크로렌즈가 집적된 광모듈 제작방법.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서, 상기 상부 클래드층은

첨가물(dopant)을 포함하는 SiO_2 박막임을 특징으로 하는 마이크로렌즈가 집적된 광모듈 제작방법.

【청구항 9】

제 8 항에 있어서, 상기 첨가물(dopant)은

GeO_2 , P_2O_5 , B_2O_3 , TiO_2 , Al_2O_3 중 어느 하나 또는 이들의 다수 조합임을 특징으로 하는 마이크로렌즈가 집적된 광모듈 제작방법.

【청구항 10】

제 7 항에 있어서, 상기 마이크로렌즈의 형상은

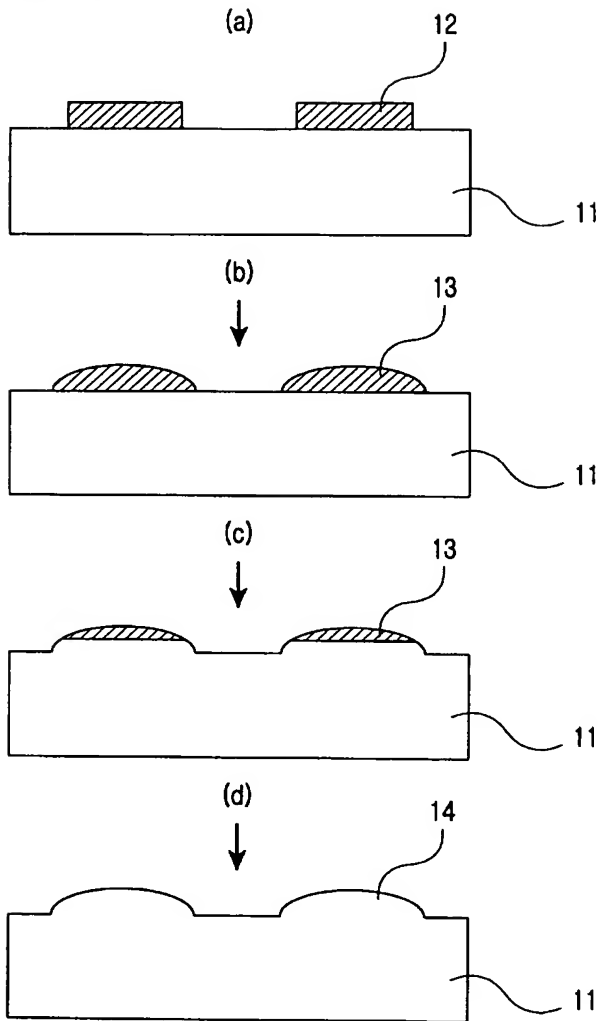
상기 포토레지스트 패턴의 형상에 의해 조절됨을 특징으로 하는 마이크로렌즈가 집적된 광모듈 제작방법.

【청구항 11】

제 7 항에 있어서, 상기 마이크로렌즈 표면에 무반사 코팅면을 형성하는 단계를 더 포함
함을 특징으로 하는 마이크로렌즈가 집적된 광모듈 제작방법.

【도면】

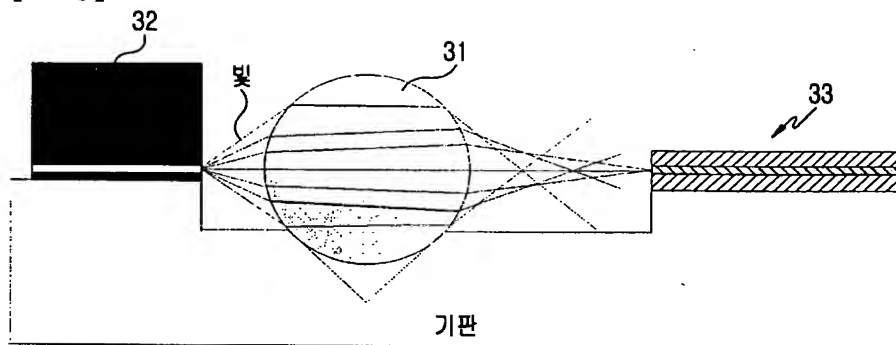
【도 1】



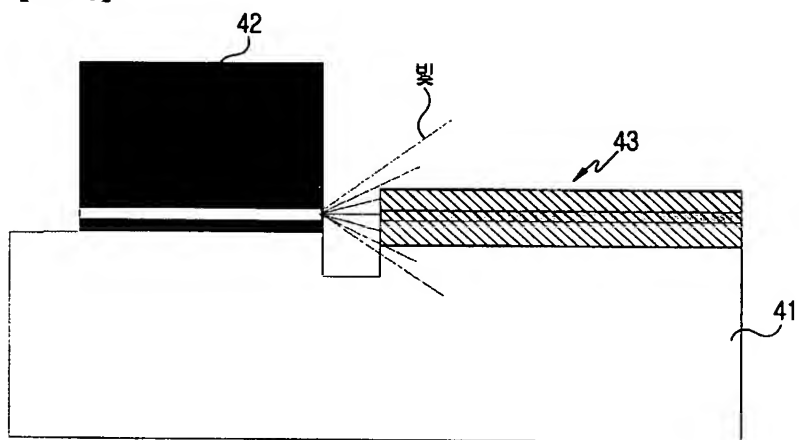
【도 2】



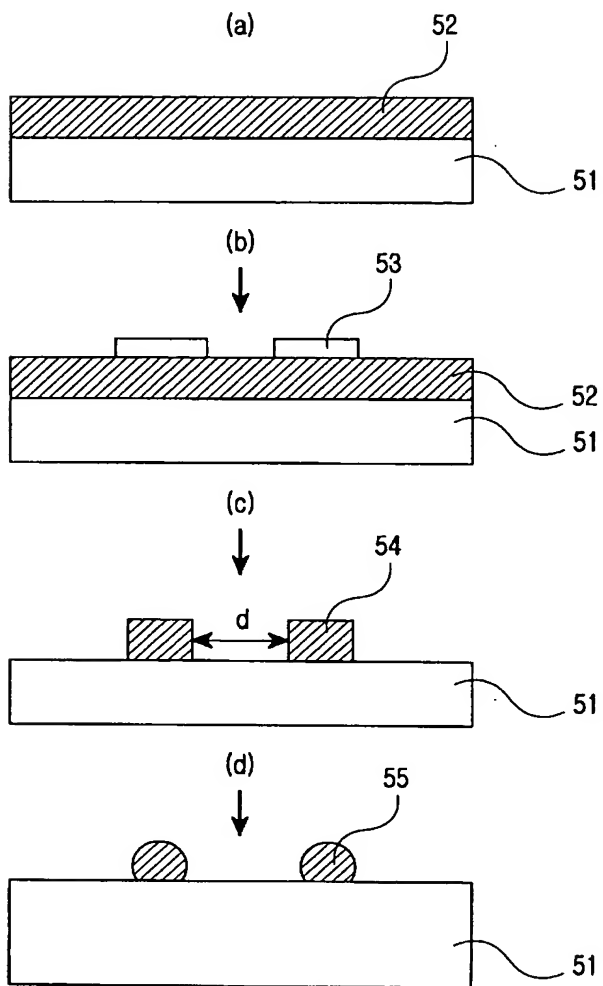
【도 3】



【도 4】

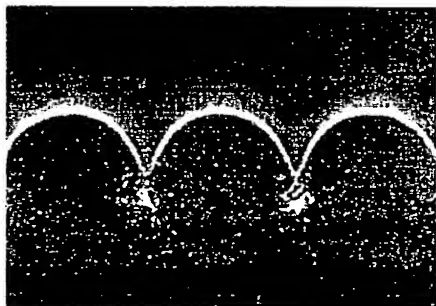


【도 5】

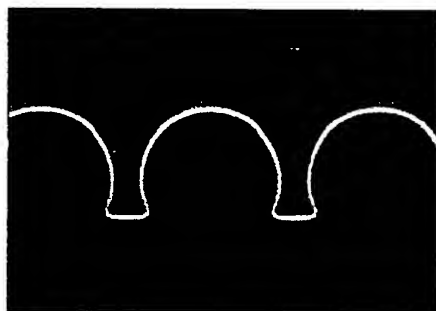


【도 6】

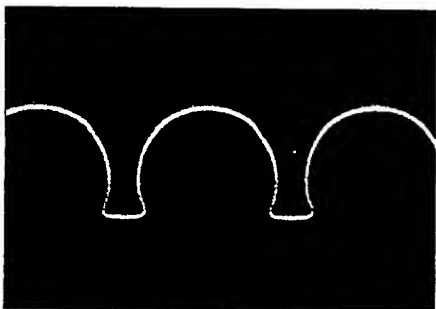
(a)



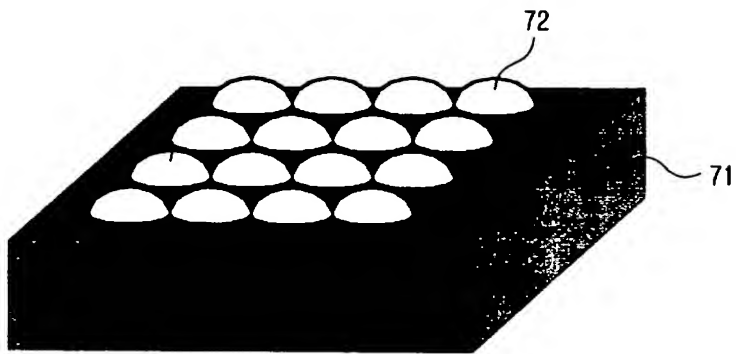
(b)



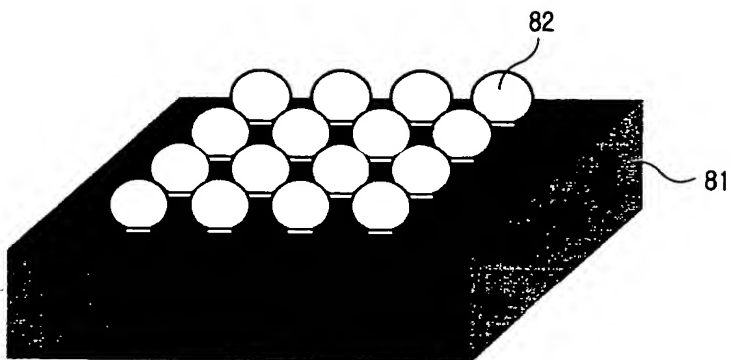
(c)



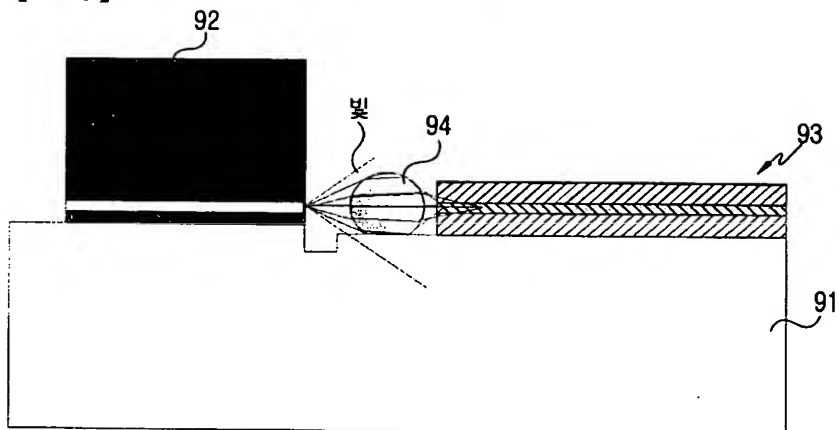
【도 7】



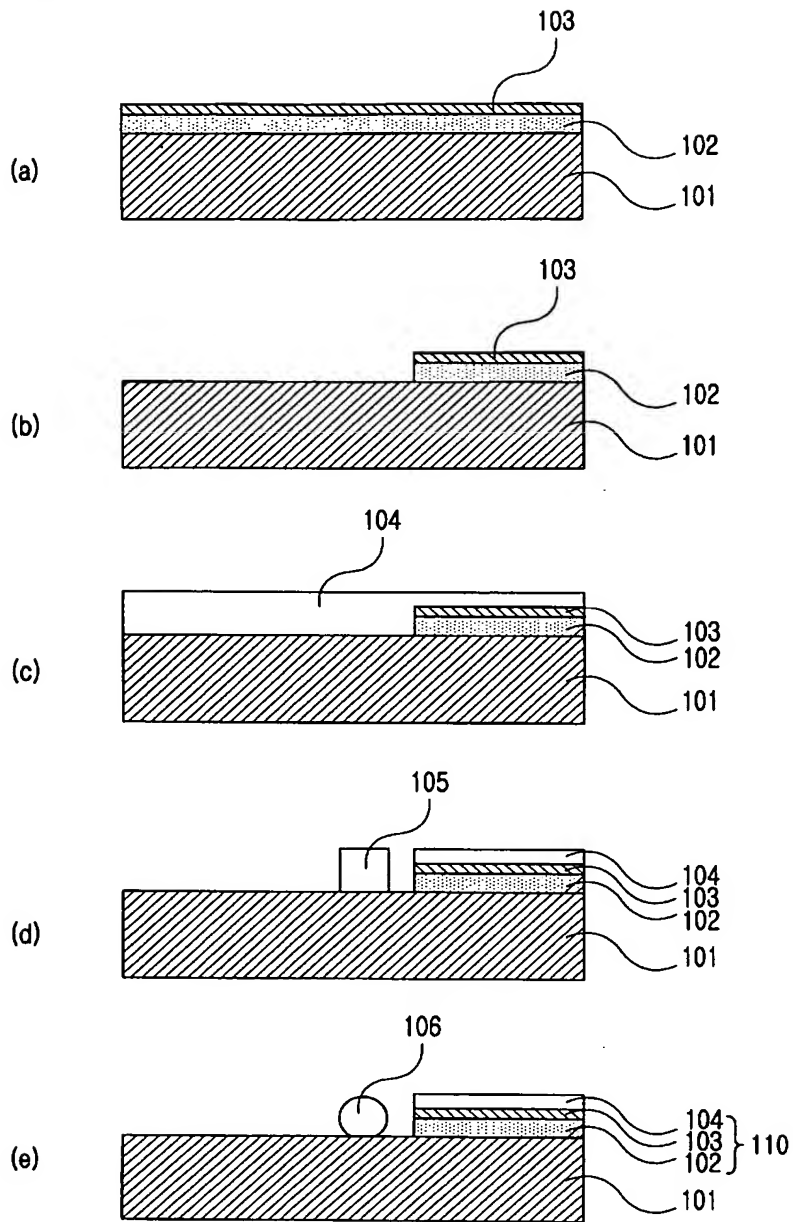
【도 8】



【도 9】



【도 10】



【도 11】

